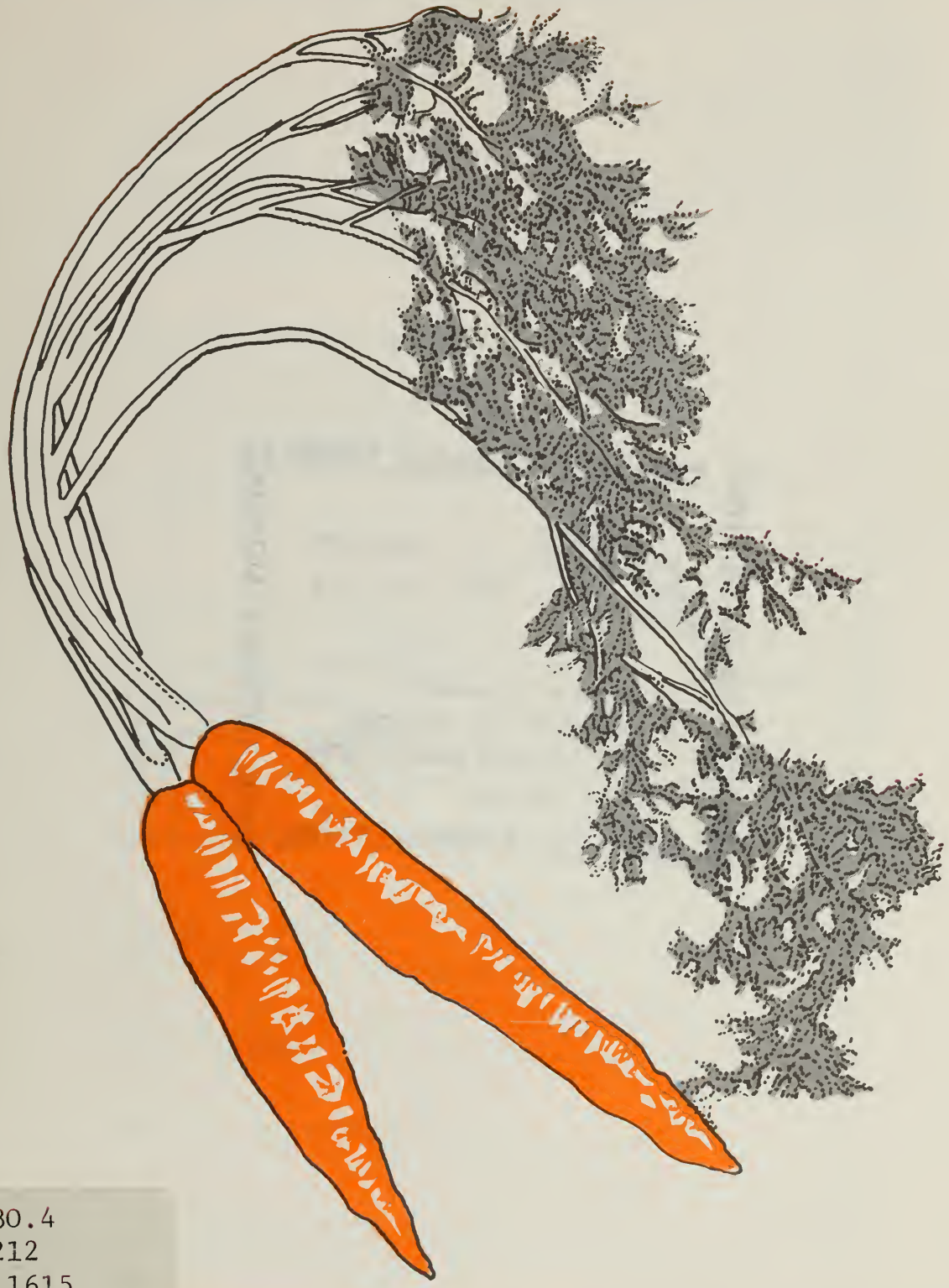
MALADIES DE LA CAROTTE AU CANADA

PUBLICATION 1615
1978



630.4
C212
P 1615
Fr.
c.3

Agriculture Canada

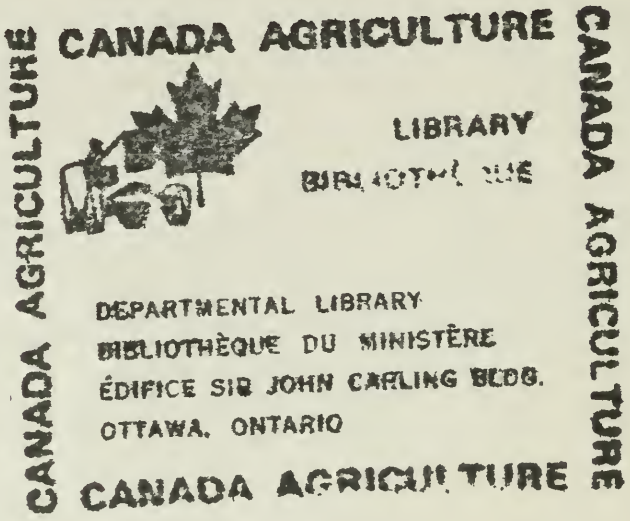
On peut obtenir des exemplaires de cette publication aux
SERVICES D'INFORMATION
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU CANADA
OTTAWA
K1A 0C7

©MINISTRE DES APPROVISIONNEMENTS ET SERVICES CANADA 1978

4M-39042-6:78

Nº de cat.: A53-1615/1978F
ISBN: 0-662-02027-8

Shannon Services Ltd.
Nº de contrat: 01A05-8-39042



630.4
C212
P1615
Fr.
c3

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 5

CAUSES DES MALADIES 6

- Champignons 6
- Bactéries 6
- Nématodes 6
- Mycoplasmes et virus 7
- Conditions de l'environnement 7

MOYENS GÉNÉRAUX DE LUTTE 7

- Mesures phytosanitaires 7
- Rotation des cultures 8
- Traitement de semence et du feuillage à l'aide de fongicides 8
- Destruction des nématodes par fumigation 9
- Emploi de variétés résistantes 9

MALADIES CRYPTOGAMIQUES 10

- Brûlure alternarienne 10
- Brûlure cercosporéenne 11
- Rousselure ou dépérissement pythien des radicelles 12
- Rhizoctone violet 12
- Rhizoctone commun 13
- Pourriture sclérotique 14
- Pourriture noire 15
- Gale commune 16

MALADIES BACTÉRIENNES 17

- Tumeur du collet 17
- Brûlure bactérienne 17

MALADIE CAUSÉE PAR LES NÉMATODES 19

- Nodosité des racines 19

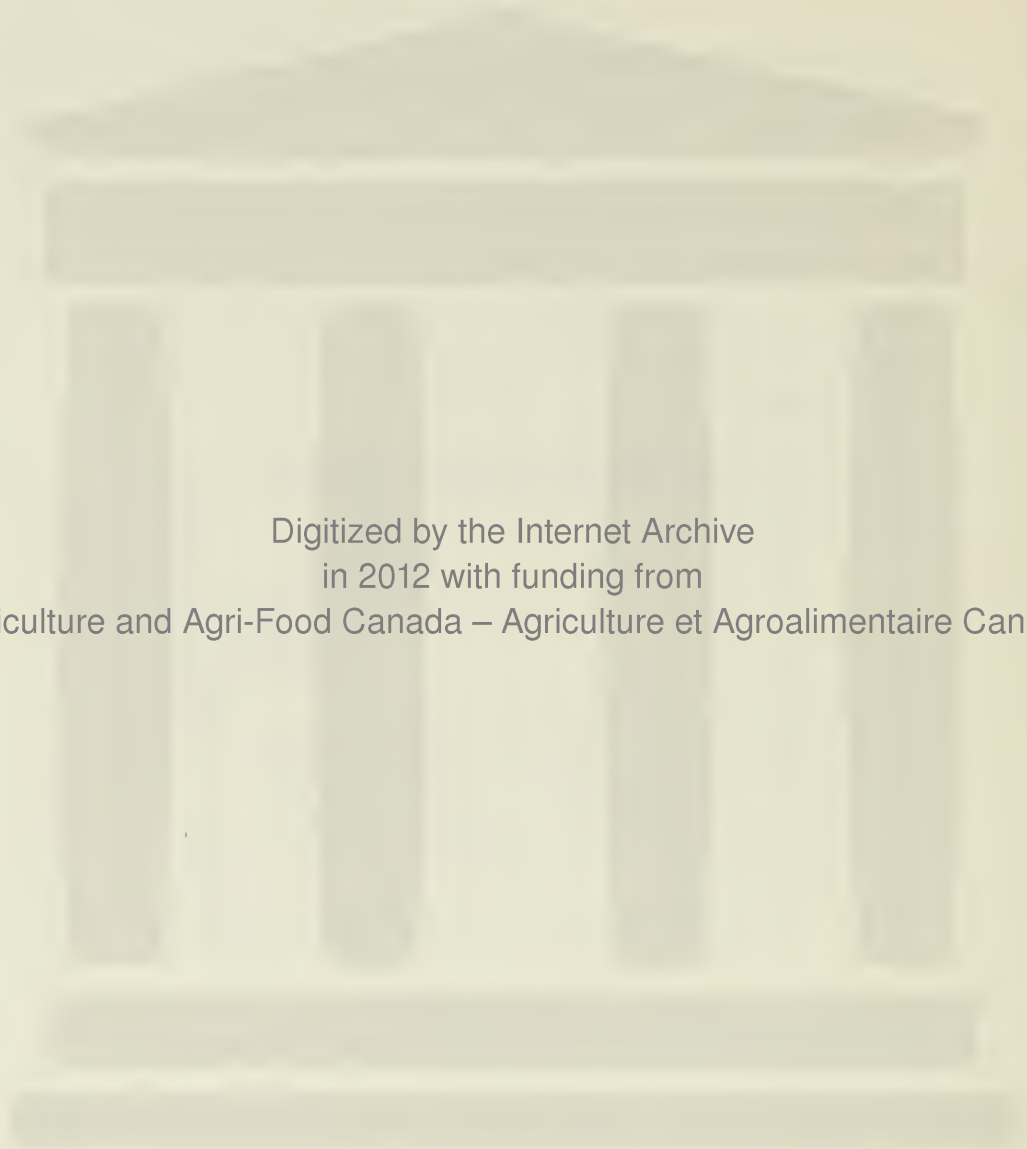
MALADIE CAUSÉE PAR LES MYCOPLASMES 21

- Jaunisse ou jaunisse de l'aster 21

MALADIES PHYSIOGÉNIQUES 23

- Cœur creux 23
- Chancre de chaleur 23

REMERCIEMENTS 24



Digitized by the Internet Archive
in 2012 with funding from
Agriculture and Agri-Food Canada – Agriculture et Agroalimentaire Canada

http://www.archive.org/details/maladiesdelacaro00cana

MALADIES DE LA CAROTTE AU CANADA

RENÉ CRÊTE
Station de recherches
Saint-Jean (Québec)

INTRODUCTION

La carotte est l'une des plus importantes cultures de légumes au Canada. Quelque 6000 ha sont affectés à cette culture annuellement et les rendements moyens obtenus sont de l'ordre de 25 t/ha. La majeure partie de cette production est écoulée sur le marché en frais, le reste étant acheminé vers les usines de transformation. Le Canada peut pratiquement rencontrer ses besoins en carottes; les importations des États-Unis représentent environ 20% de la production totale tandis que les exportations dépassent légèrement ce pourcentage.

La carotte est un légume de climat frais qui s'adapte mieux aux régions où la saison de croissance est longue et fraîche. Une terre profonde, meuble et fertile retenant bien l'eau favorise le développement de racines longues et droites. Les terres franches sablonneuses et les sols tourbeux ou organiques bien drainés conviennent parfaitement à la production de la carotte. Au Canada, environ 75 à 80% de cette culture maraîchère se pratique en sols organiques; le Québec et l'Ontario sont les deux plus grands centres de production.

L'obtention d'une récolte abondante et saine dépend, en grande partie, d'un contrôle efficace des maladies. Pour pouvoir les prévenir ou les réprimer, il importe de savoir les reconnaître à leurs premiers symptômes. La présente publication porte donc sur les principales maladies de la carotte au Canada. Les maladies développées lors de l'entreposage ont déjà été traitées dans d'autres publications et ne seront donc pas reprises dans la présente étude.

CAUSES DES MALADIES

Les champignons, bactéries, nématodes, mycoplasmes et virus sont responsables de la plupart des maladies des plantes, mais certaines conditions défavorables du milieu peuvent également causer des troubles physiogéniques.

Champignons

Les champignons sont, pour la plupart, des plantes microscopiques qui vivent sur d'autres plantes ou sur des matières organiques en décomposition. Ils engendrent un nombre incalculable de spores qui sont transportés par le vent ou autrement vers les plantes hôtes. Quand les conditions de température et d'humidité sont favorables, les spores germent et infectent les plants sains. Entre les saisons de culture, beaucoup de champignons survivent à l'état de spores de réserve, de mycélium ou de sclérotes dans les débris végétaux ou dans le sol.

Bactéries

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires, en forme de bâtonnet, qui se multiplient sur les plantes avec une grande rapidité. Souvent, elles se présentent comme un exudat à la surface des plants malades. Dans d'autres cas, les bactéries sont libérées quand les tissus malades éclatent. Elles sont alors transmises aux autres plants par l'eau d'éclaboussure, la pluie, les insectes et l'homme.

Nématodes

Les nématodes sont des vers microscopiques vivant dans le sol. Les endoparasites pénètrent dans les racines de la plante, tandis que les ectoparasites se nourrissent à l'extérieur, sur les racines. Quand l'un ou l'autre type abonde, les plants atteints dépérissent et leur rendement diminue. La nodosité des racines produit des renflements ou des galles sur les racines de la carotte, de la laitue, de la tomate et de plusieurs autres plantes.

Mycoplasmes et virus

Les mycoplasmes et les virus sont les plus petits organismes vivants à provoquer des maladies chez les plantes. Ils sont si petits qu'ils sont invisibles au microscope ordinaire, mais on peut déterminer leur forme et leur taille à l'aide du microscope électronique. Ils se composent de substances protéiques complexes et se multiplient rapidement dans la plante. Ils sont transmis de diverses manières, par les insectes, les graines, ou par contact.

Conditions de l'environnement

Certaines maladies résultent de conditions de l'environnement qui peuvent affecter sérieusement la croissance normale des plants. On peut ranger parmi ces facteurs des conditions extrêmes de température ou d'humidité, au-dessus ou dans le sol, des déséquilibres de nutrition, carence ou excès de substances minérales, acidité ou alcalinité du sol, un mauvais drainage ou encore la pollution de l'air.

MOYENS GÉNÉRAUX DE LUTTE

La lutte contre les ennemis des plantes cultivées vise à augmenter la valeur de la récolte. Elle ne se justifie que dans la mesure où son coût, en termes d'argent et d'effort, est inférieur aux pertes causées par les maladies. Les mesures de lutte choisies doivent également s'intégrer au programme de production. Il est généralement beaucoup plus facile et avantageux de prévenir les maladies que de tenter de les guérir. Par conséquent, il paraît souhaitable d'adopter une ou plusieurs mesures phytosanitaires: la rotation des cultures, le traitement de semence et du feuillage à l'aide de fongicides, la désinfection du sol par fumigation et l'emploi de variétés résistantes.

Mesures phytosanitaires

Plusieurs agents des maladies foliaires, tels *Alternaria* et *Cercospora,* peuvent survivre sur la matière végétale en décomposition et y compléter leur cycle biologique. Il importe donc de détruire les déchets de culture et les débris de plantes infectées soit par le feu, le labour ou toute autre mesure apte à empêcher la formation d'un foyer d'infection.

La destruction des mauvaises herbes, dans les champs et leurs abords, réduit la propagation de certaines maladies, car plusieurs de ces mauvaises herbes sont des réservoirs de

virus ou de mycoplasmes et elles abritent les insectes qui les disséminent, comme la cicadelle de l'aster, vecteur du mycoplasme qui cause la jaunisse.

Rotation des cultures

L'assolement permet d'enrayer certaines maladies dans la mesure où les cultures successives n'ont pas la même sensibilité à celles-ci. Cette pratique empêche la multiplication excessive ou le développement d'organismes terricoles qu'il serait difficile ou trop coûteux de détruire chimiquement.

La durée d'une rotation doit être fonction de la survie d'un organisme en l'absence de sa culture hôte. Certains organismes, tels ceux qui engendrent les brûlures foliaires, ne survivent dans les déchets de culture que pendant une période limitée, de sorte qu'une rotation biennale ou triennale peut suffire à empêcher la dissémination de l'inoculum.

Les nématodes et plusieurs agents d'infections telluriques, comme la hernie des crucifères et le charbon de l'oignon, peuvent demeurer presque indéfiniment dans le sol: une rotation de cinq ans ou plus est alors nécessaire pour réduire la quantité d'inoculum. Toutefois, une telle durée de rotation est souvent impraticable et plus ou moins efficace, en particulier dans le cas des organismes qui peuvent survivre et se multiplier sur les mauvaises herbes.

Traitement de semence et du feuillage à l'aide de fongicides

Il convient de traiter les graines à l'aide d'un produit fongicide pour prévenir la fonte des semis, causée par des champignons vivant à la surface de celles-ci ou dans le sol. Le traitement à l'eau chaude visant à tuer les bactéries ou les champignons dans ou sur la graine devrait être complété par le poudrage d'un fongicide. Mélangez complètement le fongicide avec les graines avant le semis, en suivant soigneusement les directives du fabricant. Ce traitement est efficace contre les champignons qui se trouvent à la surface des graines. Les graines de carottes ainsi traitées permettent une meilleure survie des plantules.

Il est difficile de lutter contre les maladies foliaires une fois qu'elles se sont établies dans un champ. Le traitement à l'aide d'un fongicide ne fera qu'empêcher leur développement ou leur propagation aux autres plants ou aux autres champs. Il est donc recommandé d'appliquer un fongicide de protection

en début de culture, lorsque les plants ont atteint 10 à 15 cm de hauteur. On évite ainsi la formation excessive de l'inoculum. La faible densité du feuillage facilite l'application et permet d'assurer une meilleure protection de tous les plants. Traitez à deux reprises, à 7 ou 10 jours d'intervalle, puis répétez selon les conditions atmosphériques ou les avertissements phytosanitaires. Observez à cet égard les recommandations provinciales.

Destruction des nématodes par fumigation

Avant de fumiger, il importe d'évaluer l'efficacité et le coût du traitement en fonction de la valeur de la culture et des profits escomptés. De nombreux producteurs de carottes ont maintenant recours à la fumigation. Cette pratique devrait aller de pair avec une bonne rotation des cultures. Consultez un nématologue pour connaître l'importance des populations de nématodes justifiant une fumigation. En plus de tuer les nématodes, la fumigation a l'avantage de réduire également les populations de champignons et bactéries pathogènes, des insectes terricoles et des mauvaises herbes.

La fumigation du sol peut se faire à l'automne ou au printemps, mais pour éviter de retarder les semis, la fumigation à l'automne semble préférable. Le sol ne doit être ni trop humide ni trop sec, et sa température doit atteindre au moins 5°C à 15 ou 20 cm de profondeur. Il doit aussi être autant que possible exempt de déchets de culture non décomposés. Observez soigneusement les recommandations provinciales et le mode d'emploi du produit pour le dosage et la méthode d'application. Après le traitement, le sol doit être immédiatement compacté en surface en l'arrosant, le nivelant avec des planches, le foulant ou en employant tout autre procédé efficace. Lorsque la fumigation est effectuée au printemps, il faut laisser agir le fumigant environ 10 jours. Ensuite, le sol doit être aéré au moins pendant une semaine avant l'ensemencement, en particulier si le sol est frais et humide. Si on choisit de fumiger à l'automne, la terre compactée doit ensuite être laissée au repos jusqu'aux travaux culturaux de printemps.

Emploi de variétés résistantes

L'emploi de variétés résistantes constitue vraiment la solution la meilleure et la plus économique pour la lutte contre les maladies des plantes. C'est souvent la seule façon d'enrayer certaines maladies causées par des organismes patho-

gènes du sol. Plusieurs maladies résistent à tout traitement et ne pourront vraisemblablement être enrayées que par la création de nouvelles variétés résistantes. À l'heure actuelle, il existe très peu de ces variétés, mais les recherches pour la création de nouvelles variétés résistantes progressent constamment.

MALADIES CRYPTOGAMIQUES

Brûlure alternarienne
Alternaria dauci (Kühn) Groves & Skolko

La brûlure alternarienne (fig. 1) est une maladie foliaire commune de la carotte au Canada. Elle est causée par le champignon *Alternaria dauci* (Kühn) Groves & Skolko. La fonte des semis suit l'infection hâtive des plantules. Sur le feuillage des plants adultes, les lésions sont de brun sombre à noires, auréolées de jaune, et elles apparaissent d'abord sur le pourtour des folioles. Celles-ci se dessèchent et meurent en donnant aux plants une apparence brûlée. Comme les feuilles âgées sont plus fréquemment attaquées que les jeunes, la maladie se manifeste plus tardivement que la brûlure cercosporéenne. Le champignon peut également s'attaquer aux racines à la suite d'une blessure mécanique. Il se forme alors des lésions irrégulières de couleur brun foncé à noire qui entraînent une pourriture ferme en surface.

L'agent pathogène survit sur ou dans la graine, et sur les débris de culture déjà atteints, enfouis dans le sol. Les spores et le mycélium qui s'y développent sont propagés par le vent, les eaux d'écoulement, la pluie et tout objet en mouvement. L'infection ne peut se produire qu'en présence d'eau. Le temps frais favorise son développement de sorte qu'elle se manifeste tard dans la saison, contrairement à la brûlure cercosporéenne qui se déclare habituellement plus tôt.

Moyens de lutte

Il est toujours plus facile de prévenir la maladie que de tenter de la guérir.

- Pratiquez une rotation triennale pour empêcher la survie de l'inoculum dans les déchets de récolte.
- Traitez les semences au moyen d'un produit fongicide avant le semis.
- Pulvérisez un fongicide efficace sur le feuillage. Commencez le traitement lorsque les plants ont atteint 10

à 15 cm de hauteur et faites deux applications à 7 ou 10 jours d'intervalle. Répétez ensuite en fonction des conditions atmosphériques ou selon les avis phytosanitaires. Il est préférable d'épandre le fongicide tôt pour éviter la multiplication de l'inoculum. La faible densité du feuillage facilite l'application et permet d'assurer une bonne protection.

- Utilisez, lorsque cela est possible, des cultivars dont la résistance est reconnue.

Brûlure cercosporéenne
Cercospora carotae (Pass.) Solh.

La brûlure cercosporéenne (fig. 2 et 3) est une autre maladie très répandue, causée par le champignon *Cercospora carotae* (Pass.) Solh. Il attaque les feuilles, les pétioles, la tige et les parties florales, sans toucher aux racines. Les lésions apparaissent d'abord sur le pourtour des feuilles, dont les bords ne tardent pas à s'enrouler. Les taches qui se forment sur la partie intérieure de la feuille sont petites, à peu près rondes, variant du brun clair ou gris au brun ou presque noir; leur centre est nécrosé et entouré d'un anneau jaunâtre aux contours mal délimités. À mesure que le nombre des taches augmente et qu'elles grossissent, toute la foliole se dessèche et meurt. À ce stade, les symptômes de la maladie ressemblent à ceux de la brûlure alternarienne. Sur les pétioles et les tiges, les lésions sont elliptiques, brun clair à brunes, avec une plage plus pâle au centre. Par temps humide, les taches paraissent plus foncées. Parfois, des lésions peuvent apparaître à la surface de la tige et l'engainer. Ceci occasionne généralement la rupture de celle-ci et le dépérissement du feuillage. Comme les fanes des carottes infectées se brisent facilement, la récolte mécanique pose de sérieuses difficultés. L'infection hâtive des parties florales entraîne leur dessèchement avant la formation des graines; lorsqu'elle survient plus tard, le champignon peut pénétrer dans la graine sans qu'aucun symptôme n'apparaisse.

Entre les cultures, l'organisme vit sur ou dans la graine et sur les déchets de la récolte infectée. Les spores sont disséminées par le vent, la pluie et les objets en mouvement. Comme le temps chaud et humide favorise le développement de la maladie, elle se manifeste surtout en juillet ou au début d'août. Le champignon attaque les jeunes feuilles plutôt que les vieilles, contrairement à la brûlure alternarienne.

Moyens de lutte

Les moyens de lutte sont identiques à ceux utilisés contre la brûlure alternarienne.

Rousselure ou dépérissement pythien des radicelles *Pythium* spp.

La rousselure (fig. 4) est causée par plusieurs espèces de *Pythium* très répandues près de Bradford (Ontario) et en Colombie-Britannique. Ce champignon survit indéfiniment dans les sols organiques.

Les premiers symptômes apparaissent lorsque les plants de carottes atteignent 10 à 15 cm de hauteur. Les fanes se flétrissent durant la journée et récupèrent la nuit. Après plusieurs jours de cette réaction intermittente, les symptômes de la maladie apparaissent sur le pourtour des feuilles plus âgées. La croissance de la plante ralentit et ses feuilles se décolorent. Les parties infectées des racines ont une texture floconneuse et celles-ci prennent une coloration rouille. On obtient alors des carottes courtes, trapues, fourchues et bosselées. Ces carottes difformes produisent souvent des racines latérales fibreuses qui retiennent la terre au moment de l'arrachage. La rousselure des racines est facilement reconnaissable à ces racines fibreuses tout au long de la saison de croissance.

Les dégâts causés par cette maladie sont plus importants dans les sols détrempés que dans les sols humides ou secs.

Moyens de lutte

Il n'existe, à l'heure actuelle, aucune méthode efficace et pratique pour lutter contre cette maladie, mais plusieurs pratiques culturales aident à la réprimer.

- Effectuez un semis de précision à 3 cm.
- Pratiquez une rotation des cultures, semez les carottes après les oignons.
- Utilisez des cultivars reconnus pour leur résistance à la rousselure.
- Évitez si possible les sols trop humides.

Rhizoctone violet *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC. ex Fr.

Le rhizoctone violet (fig. 5) ne se retrouve qu'en quelques endroits isolés du pays mais il ne se limite pas à un

type de sol en particulier. Le pathogène *Rhizoctonia crocorum* (Pers.) DC. ex Fr., originaire du Canada, semble causer des dégâts plus importants en terre nouvellement cultivée.

Les premiers symptômes de la maladie se manifestent par endroits isolés dans les champs au milieu de l'été. À l'automne, l'infection a atteint un stade avancé et on observe de profondes lésions sur la racine de la carotte. Un épais feutrage mycélien et des spores recouvrent celle-ci et lui donnent une couleur violacée caractéristique. De petites lésions se développent sur la carotte, elles s'étendent rapidement pour se rejoindre et la partie infectée de la carotte prend un aspect de décomposition avancée. Cette pourriture est brun foncé violacé, ferme et a une texture de cuir. Au moment de la récolte, seule la surface de la racine est attaquée, mais durant l'entreposage, la maladie gagne peu à peu les tissus internes. À l'arrachage, une bonne quantité de terre adhère habituellement aux carottes infectées.

Moyens de lutte

La seule solution connue à l'heure actuelle est d'éviter de semer dans les sols infectés.

Rhizoctone commun
Rhizoctonia solani Kühn

Le rhizoctone commun n'envahit les cultures que de façon sporadique, et il est causé par un champignon terricole le *Rhizoctonia solani* Kühn (fig. 6), qui s'attaque à de nombreux types de plantes à travers le monde. La maladie est particulièrement favorisée par la monoculture de la carotte en sols organiques.

L'infection se manifeste d'abord par la fonte des semis, puis par la pourriture du collet plus tard dans la saison et pendant l'entreposage. Les plants infectés présentent quelques feuilles plus grandes au centre, entourées de verticilles de feuilles flétries ou mortes. La pourriture du collet prend la forme d'une bande circulaire brun foncé à noire. Des cavités sèches, assez profondes, de couleur brun foncé, se présentent aux points d'attache des radicelles. Ces lésions sont généralement plus nombreuses dans la partie supérieure de la racine de la carotte. À l'arrachage, le sol adhère habituellement à la couche mycélienne de la racine infectée.

Moyens de lutte

Aucune méthode pratique de lutte n'existe présentement.

Pourriture sclérotique
Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de By.

La pourriture sclérotique (fig. 7 et 8) est causée par le *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de By., parasite présent dans presque toutes les parties du monde, sauf dans les régions chaudes des tropiques. C'est l'un des plus importants pathogènes et il peut causer de graves dégâts sur les carottes dans les entrepôts.

Même s'il s'agit principalement d'une maladie d'entrepôt, les plants peuvent être infectés au champ, où le champignon provoque parfois une fonte des semis. L'attaque du feuillage (fig. 7) commence à la base de la tige et rejoint rapidement les autres organes de la plante. La tige devient brun foncé, les tissus sont détruits et le feuillage meurt. Par temps humide, on observe d'abord la formation d'un mycélium cotonneux blanc sur les plants infectés, et par la suite de petits sclérotes noirs apparaissent sur la tige. L'infection du collet suit habituellement, et elle continue de se développer durant l'entreposage. Sur la surface des racines infectées (fig. 8), le champignon produit une formation caractéristique de mycélium cotonneux blanc et de sclérotes noirs de forme plus ou moins ovale. Les tissus attaqués noircissent et à mesure que la pourriture progresse, ils deviennent mous et aqueux sans toutefois être visqueux. Cette absence de viscosité permet de distinguer cette maladie de la pourriture molle bactérienne. En entrepôt, les racines infectées contaminent rapidement les autres, surtout lorsque la température est au-dessus de 0°C.

La pourriture sclérotique se développe à une température assez basse et requiert beaucoup d'humidité. Un temps frais, pluvieux ou brumeux, lui est particulièrement favorable. Son activité culmine aux environs de 15 à 20°C.

Le champignon survit plusieurs années dans le sol, habituellement sous forme de sclérotes noirs, quoique le mycélium présent dans les plantes vivantes ou mortes puisse également se maintenir de saison en saison. Quand les sclérotes sont secs, ils peuvent demeurer viables pendant plusieurs années, mais une humidité prolongée entraîne parfois leur décomposition en moins d'un an.

Moyens de lutte

L'élimination de la pourriture sclérotique demeure difficile et aucune des nombreuses solutions proposées n'est

Fig. 1. Brûlure alternarienne. Apparition de lésions à la marge des folioles

Fig. 2. Brûlure cercosporéenne. Taches nécrotiques circulaires brun jaunâtre sur les folioles

Fig. 3. Brûlure cercosporéenne sur les pétioles. Lésions elliptiques de couleur chamois, légèrement enfoncées

Fig. 4. Rousselure (racines trapues, fourchues et fibreuses)

Fig. 5. Rhizoctone violet. Lésions brun foncé violacé et décomposition

Fig. 6. Rhizoctone commun causé par le *Rhizoctonia.* Pourriture du collet caractérisée par une bande brun foncé à noire

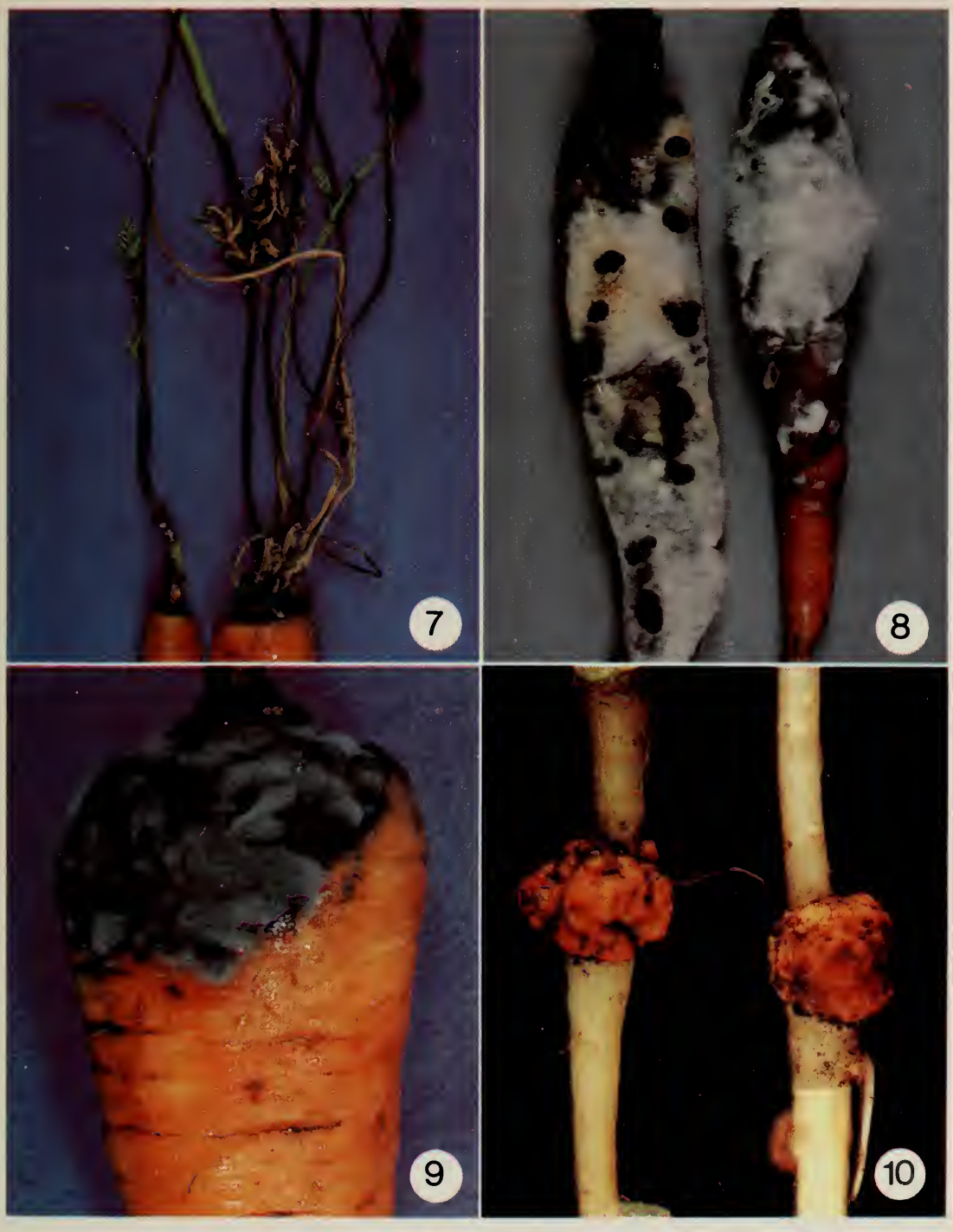


Fig. 7. Pourriture sclérotique en plein champ: brûlure du feuillage et décomposition

Fig. 8. Pourriture sclérotique en entrepôt: racine en décomposition recouverte d'un mycélium cotonneux blanc et de sclérotes noirs

Fig. 9. Pourriture noire en entrepôt (remarquer l'infection du collet)

Fig. 10. Tumeur du collet (remarquer les galles sur les racines)

Fig. 11. Jaunisse de l'aster. Feuillage blanchâtre et prolifération de nouvelles pousses jaunâtres au collet

Fig. 12. Jaunisse de l'aster sur la racine. Nombreuses radicelles fibreuses croissant en quatre rangées le long de l'axe de la racine principale

Fig. 13. Brûlure bactérienne: noircissement et jaunissement du bout des folioles

Fig. 14. Chancre de chaleur. Assèchement et mort des cellules corticales provoquant un renflement juste au-dessus de la zone de constriction

entièrement satisfaisante. La méthode la plus économique et la plus pratique est la suivante:

- Pratiquez une rotation triennale avec des cultures résistantes, comme la betterave, l'oignon, l'épinard, le maïs ou les céréales.
- Évitez de semer des carottes immédiatement après des cultures sensibles, comme la laitue ou le céleri.
- Évitez les meurtrissures lors de l'arrachage et ne conservez que les carottes saines.
- Pré-refroidir les carottes et les entreposer à une température et à une humidité relative convenables. L'incidence de l'infection est beaucoup plus faible lorsque l'humidité relative ne dépasse pas 92%.

Pourriture noire
Stemphylium radicinum (Meier, Drechs. & Eddy) Neerg.

La pourriture noire (fig. 9) est une maladie propagée par la semence et causée par le champignon *Stemphylium radicinum* (Meier, Drechs. & Eddy) Neerg., très répandu à travers le monde. Il peut s'attaquer à tout organe de la plante et survivre sur les débris de carottes dans le sol, mais les graines infectées sont surtout responsables de sa transmission.

En plein champ, ce parasite entraîne la fonte des semis. Sur le feuillage, l'infection débute habituellement à la base des tiges plus âgées, qui prennent une couleur brun foncé à noire, et elle entraîne finalement la mort de la feuille. Des lésions irrégulières de couleur noire se développent parfois sur les bords des folioles; il est difficile de les distinguer de celles de la brûlure alternarienne. Sur les racines, l'infection se traduit par de petites taches noires ayant l'apparence d'une galle. Le méristème de la racine peut être détruit par la maladie. Cela entraîne souvent de nouveaux points de croissance, de sorte que la racine devient fourchue. Sur les carottes entreposées, les taches sont rondes, superficielles, légèrement enfoncées. Lorsque l'extrémité de la racine est infectée, presque toute sa partie inférieure pourrit et noircit. Pendant l'entreposage, la pourriture s'attaque au collet et pénètre souvent jusqu'au cœur. Elle devient molle et aqueuse et s'auréole d'une marge brunâtre lorsque l'humidité est élevée. Le champignon se développe rapidement dès que l'humidité relative dépasse 92%.

Moyens de lutte

- Pratiquez une rotation des cultures et n'utilisez que des semences traitées à l'eau chaude et ensuite d'un fongicide.
- Appliquez des fongicides pour combattre les maladies foliaires; cela réduit la pourriture noire en entrepôt.
- Nettoyez et désinfectez les entrepôts avant d'y placer les carottes.
- Conservez les carottes à une température d'environ 0°C et à une humidité relative de 92%.

Gale commune
Streptomyces scabies (Thaxt.) Waks. & Henrici

Quoique cette maladie s'attaque à de nombreuses cultures à travers le monde, elle ne s'est manifestée que rarement sur la carotte, au Canada.

Le champignon responsable est le *Streptomyces scabies* (Thaxt.) Waks. & Henrici. Il est classé par certains spécialistes comme une des formes les plus avancées de bactéries, par d'autres, comme une des formes inférieures de champignons. Presque tous les sols abritent nombre de streptomycètes qui, pour la plupart, ne constituent pas un danger pour les plantes cultivées. Toutefois, certains de ces organismes engendrent la fonte des semis. Les racines des plants qui survivent affichent les symptômes typiques de la gale. Les lésions résultent d'une croissance anormale des cellules hôtes, ce qui entraîne la formation de tissus liégeux, habituellement plus foncés que les tissus sains. Les taches de la gale sont parfois enfoncées dans la chair saine, ou forment de petites saillies en surface. Plusieurs taches peuvent se fusionner pour former une plaque galeuse.

L'infection est favorisée par les sols alcalins et assez secs.

Moyens de lutte

La maladie est rarement assez grave chez la carotte pour justifier des mesures spéciales. Toutefois, si elle pose des problèmes:

- Évitez de semer dans des sols alcalins ou alors épandez des engrais acides, comme le sulfate d'ammonium, ou de faibles quantités de soufre, l'automne précédant le semis.

- Pratiquez une longue rotation avec des céréales, des graminées ou du maïs.

MALADIES BACTÉRIENNES

Tumeur du collet
Agrobacterium tumefaciens (E.F. Sm. & Town.) Conn.

La tumeur du collet (fig. 10) n'a été signalée qu'en de rares occasions, chez la carotte. L'agent responsable de la maladie est la bactérie *Agrobacterium tumefaciens* (E.F. Sm. & Town.) Conn., qui provoque des galles tubulaires à irrégulières, de couleur jaunâtre à brun clair, sur la tige près du collet ou sur les racines. Une ou plusieurs tumeurs de diverses grosseurs peuvent apparaître sur un même plant au milieu de l'été et continuer à se multiplier et à s'agrandir jusqu'à la récolte. La bactérie produit une hormone de croissance qui provoque parfois des excroissances ressemblant aux protubérances irrégulières causées par les phytohormones.

Les bactéries se développent à l'intérieur de la tumeur aussi bien qu'à sa surface et vivent au moins un an dans le sol en l'absence d'une plante hôte. La tumeur du collet est plus fréquente dans les sols alcalins qu'acides.

Moyens de lutte

Si la maladie envahit les cultures maraîchères, pratiquez une longue rotation avec le maïs, l'avoine, les graminées, l'oignon ou d'autres cultures immunes.

Brûlure bactérienne
Xanthomonas carotae (Kendr.) Dows.

La brûlure bactérienne (fig. 13) se retrouve occasionnellement partout au Canada, mais cause peu de dégâts. Ses effets sont plus graves dans la production de semences, car en plus d'en réduire le rendement, elle contamine les graines qui disséminent ensuite la maladie.

L'agent infectieux responsable est la bactérie *Xanthomonas carotae* (Kendr.) Dows., qui provoque des taches brunes irrégulières sur les feuilles, des stries brun foncé sur les pétioles et les tiges, et des brûlures sur les parties florales. Sur le feuillage, les lésions forment d'abord de petites zones jaunâtres irrégulières qui, en l'espace de quelques jours, prennent l'aspect de taches aqueuses de couleur brun foncé. Le centre de ces lésions devient sec et cassant et s'auréole de jaune clair. L'enroulement des feuilles suit et, généralement,

Fig. 15. Nodosité des racines causée par le *Meloidogyne hapla*: croissance anormale de la carotte avec nodosités et renflements sur les racines latérales ou les radicelles

la foliole meurt. Lorsque l'infection est grave, des lésions linéaires s'étendent aux pétioles et aux tiges, et une sécrétion bactérienne visqueuse apparaît. Les ombelles qui ne sont pas ouvertes peuvent s'infecter et mourir, ce qui réduit le rendement en semences. Lorsque la bactérie est entraînée vers les racines par de fortes pluies, des lésions de couleur brun à marron y apparaissent. On observe alors soit des pustules légèrement surélevées ou des petites cavités accompagnées de flocons de tissus malades noirâtres au centre portant des masses grisâtres de sécrétion bactérienne. La fusion de plusieurs taches forme de gros chancres rugueux enfoncés.

La bactérie se développe dans les graines de semence et en surface, et elle peut survivre au moins un an dans le sol ou sur les déchets de culture. Elle est disséminée, à partir des plants infectés, par les insectes, la pluie ou l'eau d'irrigation. L'infection profite de l'eau ou de la rosée pour se développer et elle se propage plus rapidement dans les semis denses de carottes.

Moyens de lutte

- Pratiquez une rotation biennale en autant que l'infection ne risque pas d'être transmise à partir des champs voisins par l'eau de ruissellement ou le vent; détruisez tous les déchets de culture.
- Utilisez des graines traitées à l'eau chaude ou effectuez ce traitement en plongeant les graines pendant 10 minutes dans une eau maintenue à 52°C. Une fois les graines séchées, appliquez un fongicide protecteur.

MALADIE CAUSÉE PAR LES NÉMATODES

Nodosité des racines
Meloidogyne hapla Chitwood

La nodosité des racines (fig. 15) est causée par le nématode *Meloidogyne hapla* Chitwood, qui pullule dans les régions de cultures maraîchères, surtout dans les sols organiques. Il cause d'importants dégâts à nombre de cultures et, en particulier, à la carotte.

Dans les champs infestés, la croissance est retardée par endroits. Les plants atteints sont rabougris, leur feuillage est pâle et tend à se flétrir. Les racines attaquées se couvrent d'abord de petites galles aux endroits où pénètrent les nématodes. Au-dessus de ces galles, les racines se séparent et

peuvent former des touffes chevelues. Les tissus lésés réagissent en produisant des nodosités ou des renflements, en particulier sur les racines latérales et les radicelles. La carotte est fourchue, bosselée, chevelue et perd toute valeur marchande. Des mottes de terre adhèrent aux racines à l'arrachage.

Les jeunes larves dans le sol sont filiformes et de taille microscopique. Elles pénètrent dans la plante hôte près de l'extrémité de sa racine ou de ses radicelles pour s'y nourrir, y pondre des centaines d'œufs et s'y établir définitivement. Ã maturité les femelles sont gonflées d'œufs au point de devenir piriformes.

Les mois chauds de l'été sont particulièrement propices à la reproduction de ce nématode et, selon les températures enregistrées, une ou deux générations peuvent se succéder. Toutefois, la teneur en eau du sol est également importante; nombre de larves et d'œufs ne survivront pas dans les sols inondés. La température du sol est un autre facteur à considérer; l'infestation sera optimale à une température 22 à 24°C. L'alternance du gel et du dégel contribue à la destruction des larves.

Les larves se déplacent peu dans le sol, probablement pas plus de 30 cm pendant la saison de croissance. Elles sont surtout transportées par l'eau d'égouttement, par le travail du sol dans les semis infestés et par les racines utilisées pour la production de semences ou de tubercules. Le *Meloidogyne hapla* Chitwood peut se reproduire abondamment sur les cultures sensibles ou les mauvaises herbes.

Moyens de lutte

Des mesures préventives devraient être observées dans les champs exempts de nématodes. Il est plus facile et plus économique de prévenir une infestation de nématodes que de s'en débarrasser.

- Au champ, il est recommandé de pratiquer un bon assolement et de procéder à des fumigations périodiques. Ne semez jamais de carottes plus de deux années de suite au même endroit. Effectuez une rotation triennale avec des plantes résistantes, du maïs ou des céréales. La densité des populations de nématodes diminue rapidement en l'absence de plantes hôtes.
- La fumigation complète la cure amorcée par la rotation. On utilise habituellement des nématicides pour lutter

contre les parasites qui se nourrissent aux dépens des légumes-racines. Suivez les recommandations provinciales à cet égard. Effectuez le semis de carottes après la fumigation. La désinfection du sol peut être pratiquée à l'automne ou au printemps; toutefois, la fumigation d'automne a l'avantage de ne pas retarder l'ensemencement au printemps. La température du sol doit atteindre au moins 5°C à une profondeur de 15 à 20 cm. Pour que le nématicide soit efficace, la teneur en eau du sol doit être comparable à celle qui favorise une bonne germination. Le sol doit être immédiatement compacté en surface après la fumigation de printemps et laissé au repos au moins une semaine selon les conditions climatiques. Ensuite, le sol doit être aéré au moins une semaine avant l'ensemencement. Après les applications d'automne, la terre compactée doit reposer jusqu'au début des travaux culturaux du printemps.

- L'alternance d'inondation et de séchage, ainsi que les jachères désherbées réduisent les populations de nématodes. Toutefois, ces méthodes ne conviennent pas assez pour être recommandées au Canada.

MALADIE CAUSÉE PAR LES MYCOPLASMES

Jaunisse ou jaunisse de l'aster *Aster yellows mycoplasma* (AYM)

La jaunisse (fig. 11 et 12) est une maladie très répandue qui s'attaque à un grand nombre de plantes ornementales, de légumes et de mauvaises herbes. La gravité de la maladie et les dommages qu'elle cause à la carotte dépendent de l'âge de la plante au moment de l'infection et de la période de temps qui s'écoule entre le début de l'infection et la récolte. La maladie est particulièrement grave dans le cas des cultures tardives destinées à la transformation.

Le mycoplasme responsable de la maladie est *Aster yellows mycoplasma* (AYM); il est transmis aux carottes par la cicadelle de l'aster, *Macrosteles fascifrons* (Stål.).

Les premiers symptômes apparents sont le jaunissement et la décoloration des nervures des jeunes feuilles au centre du collet. Plus tard, les nombreuses pousses malades surgissant de celui-ci donnent au sommet du plant l'aspect d'un balai de sorcière. Les feuilles âgées blanchissent au début,

puis elles deviennent cuivrées ou rougies, ou les deux à la fois. Les pétioles vrillent et ne tardent pas à casser, et les plants ainsi affectés sont inaptes à l'arrachage mécanique et au bottelage en vue du marché en frais. De nombreuses radicelles fibreuses et difformes croissent habituellement en quatre rangées le long de l'axe de la racine principale. La couleur, la texture et le goût des racines attaquées sont altérés. Par temps humide, le collet des plants atteints est très exposé à la pourriture molle bactérienne. La maladie peut continuer à progresser en entrepôt. Dans le cas des plants de semences, on constate un rabougrissement plus ou moins prononcé, des malformations, une chlorose et la stérilité des ombelles.

La cicadelle de l'aster est le plus important vecteur de la jaunisse. Ces insectes migrent le long du fleuve Saint-Laurent ou hivernent à l'état d'œufs sur les céréales d'hiver ou les graminées. Au printemps, les œufs éclosent et les nymphes se nourrissent aux dépens de leurs hôtes d'hiver. Au stade adulte, les cicadelles commencent à envahir d'autres cultures et pullulent dans les champs de carottes. Dans certaines régions du pays, au Manitoba par exemple, les cicadelles migrent parfois du sud en nombre imposant. Elles contractent le mycoplasme en se nourrissant des hôtes vivaces atteints et elles le transmettent aux plantes saines.

Moyens de lutte

- La meilleure méthode consiste à détruire toutes les mauvaises herbes vivaces ou biennales sur lesquelles le micro-organisme (AYM) peut survivre. Ces plantes croissent le long des routes, des fossés et des clôtures, et en plein champ.
- Évitez de semer les carottes immédiatement après une culture sensible ou qui a été infectée, la laitue par exemple.
- Réduisez les populations de cicadelles en appliquant régulièrement un insecticide efficace; suivez les recommandations provinciales à cet égard. Traitez aussi les abords des champs de carottes afin de détruire les insectes qui se trouvent sur les mauvaises herbes. Effectuez la première application dès l'apparition des premières cicadelles et répétez le traitement de façon régulière, surtout lorsque la population culmine. Consultez un entomologiste.
- Immédiatement après la récolte, détruisez ou enfouis-

sez tous les déchets de culture particulièrement ceux de la laitue sur lesquels la maladie et les ravageurs peuvent continuer à se développer.

- Choisissez les cultivars reconnus pour leur résistance à la jaunisse.

MALADIES PHYSIOGÉNIQUES

Cœur creux
Carence en bore

De nombreuses cultures souffrent d'une carence en bore. Ce trouble est rarement important chez la carotte, mais lorsqu'il survient, l'un ou plusieurs des symptômes suivants se manifestent. Les jeunes feuilles jaunissent et se déforment, et le feuillage a tendance à s'étaler au sol plutôt qu'à se dresser. Le symptôme le plus typique est le noircissement des tissus du centre de la racine; une ou plusieurs cavités peuvent se former. Les racines n'atteignent pas une taille suffisante pour être vendues.

Les symptômes de la carence en bore sont plus accentués au cours de saisons sèches et dans les sols alcalins. On constate des dommages plus prononcés dans les terres à teneurs excessives en azote et en potassium.

Moyens de lutte

La seule méthode de lutte consiste à effectuer une application de bore sur le sol ou le feuillage. Bien que les carottes le tolèrent assez bien, le bore est requis en très petites quantités et une dose excessive peut se révéler toxique. Le bore peut être mélangé aux autres engrais appliqués avant l'ensemencement. Il peut être fourni sous forme de pulvérisations foliaires lorsque les carottes ont complété moins de la moitié de leur croissance. Une deuxième application est parfois nécessaire quelques semaines plus tard. Les pulvérisations foliaires donnent généralement des résultats plus rapides et plus efficaces que les applications au sol, particulièrement au cours d'une saison sèche.

Chancre de chaleur
Température élevée

Par une journée ensoleillée, la surface du sol absorbe toute la lumière et sa température peut atteindre 65°C. Ceci peut provoquer le chancre de chaleur.

Le chancre de chaleur (fig. 14) se remarque généralement lorsque les jeunes plantes cassent au niveau du sol ou au-dessus. Les tissus se dessèchent à l'endroit blessé, puis la plante flétrit et meurt. Lorsque la blessure survient plus tard dans la saison, seules les cellules corticales meurent. Leur dessèchement provoque une constriction des tissus. Le système vasculaire de la plante peut être épargné et ses fanes demeurer vivantes pendant quelque temps. Les substances nutritives élaborées par la partie supérieure de la plante ne peuvent plus se rendre à la racine et forment un renflement juste au-dessus du chancre. Dans la plupart des cas, la tige se casse tôt ou tard et la plante meurt; autrement, sa mort survient lorsque les racines privées de nourriture ne peuvent plus suffire aux besoins de la partie aérienne.

Le chancre de chaleur résulte directement des températures élevées à la surface asséchée du sol où se trouvent les jeunes tiges encore tendres. La gravité des dégâts causés dépend de la surface du sol, de l'âge des tissus de la plante et de la température.

Moyen de lutte

- Ensemencez tôt pour que les plants passent le stade de susceptibilité avant les grandes chaleurs.
- Augmentez la densité de semis pour donner plus d'ombre aux jeunes plants.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier d'une façon particulière les personnes suivantes qui nous ont fourni des photographies pour la publication: le professeur J.C. Sutton, département de biologie de l'environnement, université de Guelph, Guelph (Ont.), fig. 4; le professeur A.F. Sherf, département de phytopathologie, université Cornell, Ithaca (N.Y.), fig. 9; le professeur P.H. Williams, département de phytopathologie, université du Wisconsin, Madison (Wisc.), fig. 13. Nous remercions également le Dr C.D. McKeen, coordonnateur de la recherche, Ottawa (Ont.) pour ses précieux commentaires et pour la révision du document.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 28,3	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tones à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre

DATE DUE

FEB 1 2 2008

GAYLORD

PRINTED IN U.S.A.

LIBRARY / BIBLIOTHEQUE
AGRICULTURE CANADA OTTAWA K1A 0C5
3 9073 00021760 6